Opusc. Zool. Budapest, XII, 1—2, 1973

Die quantitativen Verhältnisse des Wasserhaushaltes und des Gesamtstoffumsatzes des Zebrafinken (Taeniopygia guttata Vieill.)

Von

G. GERE*

Durstertragende Arten kommen in den verschiedensten Tiergruppen vor. Diese Fähigkeit bildete sich natürlicherweise bei jenen Tieren aus, die zeitweise oder mit ständigem Charakter — zufolge ihrer Nahrhungs- und ökologischen Verhältnisse — keine Möglichkeit zur freien Wasseraufnahme haben und auch ihre Nahrung von geringem Wassergehalt ist. Ihr Stoffwechsel ist sehr charakteristisch und weicht von dem anderer Tiere ab. Es kann jedoch bei verschiedenen Tieren sowohl das Maß des Ertragens der Trockenheit wie auch der Mechanismus, der diese Toleranz ermöglicht ganz unterschiedlich sein.

Eine sehr entwickelte Varianz der Xerophilie charakterisiert jene Insekten, die trockene bzw. lufttrockene Nahrung konsumieren. Solche sind unter anderen die Mehlmotten (*Ephestia kuehniella* Z.). Die Raupen der Mehlmotte nehmen viel mehr Mehl zu sich als wie sie bei dessen größerem Wassergehalt benötigen würden. Etwa 73% der konsumierten Nahrung oxydieren sie zwecks Wassergewinnung (GERE, 1952). Auf diese Weise können sie sichern, daß sie — wie es im Falle der Untersuchung erfolgte — nebst Verzehrung einer Nahrung mit dem Wassergehalt von 7,4%, in ihrem Körper durchschnittlich einen Wassergehalt von 71,7% bewahren.

Unter den Säugetieren sind uns mehrere bekannt, die — ohne freies Wasser zu sich zu nehmen — ihr Leben aufrechterhalten können und selbst dann nicht viel Wasser trinken, wenn dieses ihnen zur Verfügung steht. Ein solches Tier ist z. B. die Beutelratte *(Dipodomys)* (SCHMIDT-NIELSEN, B. und SCHMIDT-NIELSEN, K., 1950).

Die Dursttoleranz des Kamels (*Camelus dromedarius* L.) kommt laut SCHMIDT-NIELSEN (1959) vor allem darin zum Ausdruck, daß falls es zu keinem Trinkwasser gelangen kann und außerdem von trockener Nahrung lebt, einen sehr sparsamen Wasserhaushalt führt. Trotzdem nimmt der Wassergehalt seines Körpers allmählich ab. Eine weitere Anpassung zum Dursten bedeutet jedoch, daß sein Organismus eine außerordentlich große (den Versuchen nach

* Dr. GÉZA GERE, ELTE Állatrendszertani Tanszék (Institut für Tiersystematik der L.-Eötvös-Universität), Budapest, VIII. Puskin u. 3.

mehr als 25%ige) Dehydratation ertragen und daß es das verlorene Wasser, wenn dazu eine Möglichkeit besteht, außerordentlich rasch (innerhalb von 10 Minuten) ersetzen kann.

Sehr interessant sind einzelne Vögel Australiens, die auch in den trockenen Gebieten dieses Erdteiles leben und zeitweise auch zum Dursten gezwungen sind. Ein solcher Vogel ist der Wellensittich (*Melopsittacus undulatus* SHAW.) und der Zebrafink (*Taeniopygia guttata* VIEILL.; Fam. Spermestidae). Letzterer ist der meistverbreitete Prachtfink Australiens (IMMELMANN, 1962) und kommt an solchen Orten vor, wo gewöhnlich in der Trockenperiode eine jede Wasserquelle austrocknet (SERVENTY und WHITTEL, 1962; IMMELMANN, 1969). Diese Vögel haben CADE, TOBIN und GOLD (1965) mit Trockennahrung, ohne Trinkwasser lange Zeit hindurch am Leben erhalten. Einer der Vögel lebte sogar mehr als 250 Tage. Unter ähnlichen Umständen sind die in die zu derselben Familie gereihten afrikanischen Grauastrilde (*Estrilda troglodytes* LICHT.) innerhalb von drei Tagen ausnahmslos eingegangen. Die Dursttoleranz der Zebrafinken erklären die erwähnten Autoren damit, daß der Vogel über einen speziellen Mechanismus verfügt, der die Verdunstung in dem Falle, wenn er zu keinem Trinkwasser kommt, auf ein Minimum vermindert. Das Stoffwechselwasser und die Menge des exspirierten Wassers geraten auf diese Weise miteinander in Gleichgewicht. Die Menge des im Exkrement verlorenen Wassers hält man für unbedeutend, wobei man sich auf die an dem Wellensittich von CADE und DYBAS (1962) durchgeführten Untersuchungen beruft. Aus dem Organismus dieses Vogels entfernt sich — beim Dursten — im Exkrement und in den ausgeschiedenen Stoffen etwa soviel Wasser, wieviel das Tier in der lufttrockenen Nahrung in der Form von Adsorptionswasser aufnimmt.

Außer dem Gesagten taucht noch die Frage auf, ob sich im Falle des Durstens der Charakter der Verdauung und des Stoffwechsels der Vögel nicht in solcher Form verändert, daß es als Endprodukt verhältnismäßig mehr Stoffwechselwasser entsteht oder ob vielleicht der Vogel in solchen Fällen nicht mehr Nahrung zu sich nimmt, um einen Teil dieser — den Mehlkäferlarven ähnlich — zum Zweck der Wassergewinnung zu oxydieren? Aus dem Bedenken ausgehend, daß eine jede Änderung von solchem Charakter vermutlich oder not-

Tabelle 1. Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte während der Versuche

Nr. des Vogels	Durchschnittswerte der täglichen Temperaturminima und -maxima (°C)	Extremwerte der relativen Luftfeuchtigkeit (%)
1.	20,6—24,6	43—57
2.	20,2—24,3	47—55
3.	20,5—23,5	49—62
4.	21,5—24,5	36—52
5.	22,0—26,2	58—75
6.	19,1—22,0	49—69
7.	19,6—24,5	49—57

wendigerweise auch in der Menge der während der Zeiteinheit aufgenommenen Nahrung sowie des erzeugten Exkrementes und der ausgeschiedenen Stoffes oder auch in der Proportion dieser eine Änderung ergibt, habe ich in dieser Hinsicht die mit Wasser versorgten und die dem Dursten ausgesetzten Zebrafinken untersucht. Meine Messungen erstreckten sich ferner auf den Wassergehalt des Exkrementes der Vögel, denen Wasser zur Verfügung stand und deren, die dem Dursten ausgesetzt waren bzw. darauf wieviel Wasser das Tier auf diesem Wege einbüßt, um die Ergebnisse mit den sich auf den Wellensittich beziehenden erwähnten Angaben und den Ergebnissen der an den Zebrafinken durchgeführten einzwei Beobachtungen (CALDER, 1964; BENTLEY, 1971) zu vergleichen. Schließlich versuchte ich den Möglichkeiten gemäß die Menge des von den mit Wasser versehenen Vögel aufgenommenen Wassers festzustellen.

Methode

Zu den Untersuchungen wurden 7 Vögel ausgewählt, die alle im Käfig aufgezogen wurden. Von ihnen war der eine von hellbrauner Farbe, die übrigen entsprachen im allgemeinen der für die Wildvögel bezeichnenden Farbenbeschreibung (IMMELMANN — STEINBACHER und WOLTERS, 1965). Die Vögel Nr. 1—4 waren Männchen, die übrigen Weibchen. Sie wurden einzeln in Käfigen mit einer Grundfläche von 18 × 28 cm untergebracht. Ein jeder Vogel wurde in der mittleren Versuchsphase dem Dursten ausgesetzt. In der Anfangs- und Schlußphase des Experiments durften sie jedoch in der ihrem Bedarf entsprechenden Menge Wasser zu sich nehmen. Ihre Nahrung bildete während des Versuches lufttrockene Weißhirse. Davon erhielten sie täglich eine abgewogene Menge und vor der Fütterung des nächsten Tages wurde die restliche Hirse zurückgewogen. Um den absoluten Trockengehalt der konsumierten Hirse feststellen zu können, haben wir eine eigene kleine Probe bei 104 °C bis zur Gewichtskontinuität getrocknet. Das Zurückwiegen der Restnahrung erfolgte bereits unmittelbar in absolut trockenem Zustand. Im weiteren geben wir die die Menge der konsumierten Nahrung bezeichnenden Daten auf das absolute Trockengewicht bezogen an. Übrigens war der Wassergehalt der lufttrockenen Hirse zwischen 9,6—9,8%.

Das produzierte Exkrement sammelten wir zur Zeit der Fütterung jeden Tag einmal restlos zusammen und natürlicherweise auch die mit diesem vermischten ausgeschiedenen Stoffe, die wir dann in absolut trockenem Zustand wogen. Es wurde täglich anläßlich einer Entleerung auch der Wassergehalt des Exkrementes untersucht und zwar auf die Weise, daß wir es in ganz frischem, dann in absolut trockenem Zustand wogen.

Die Menge des aufgenommenen freien Wassers versuchten wir so festzustellen, daß wir es in die L-förmige, mit einer Skala versehene Glasröhre gossen. Das obere Ende der Röhre war geschlossen, an der Oberseite des unteren Endes befand sich eine kleine Öffnung, durch welche der Schnabel der Vögel in das Wasser reichen konnte. Leider ist die Messung nur teilweise gelungen, da ein Teil der Vögel trotz der engen Öffnung das Wasser zum Teil dennoch zerspritzt hat. Deshalb bringen wir die aufgenommene Wassermenge nur bei jenen Vögeln, wo ein derartiges Zerstreuen des Wassers nicht zu beobachten war. Angesichts dessen, daß das Ausdunsten der Vögel (CADE, TOBIN und GOLD, 1965) und zweifellos ihr ganzer Stoffwechsel einen tageszeitlichen Rhythmus zeigt, haben wir die Fütterung und Tränkung stets in den Nachmittagsstunden durch-

Tabelle 2. Quantitative Verhältnisse des täglichen Nahrungsverbrauches und der Exkrementproduktion der Vögel. (Die Zahl der Versuchstage in der Verteilung: Tränken — Durstenlassen — Tränken)

Nr. des Vogels	Zahl der Versuchstage	Durchschnittsgewicht des täglichen Nahrungsverbrauches (abs. Trockengewicht) (g)			Durchschnittsgewicht des täglichen Exkrements (abs. Trockengewicht) (g)			Tägliches Exkrement im durchschnittlichen Prozentsatz des täglichen Nahrungsverbrauches		
		vor der Zeit des Durstens	während der Zeit des Durstens	nach der Zeit des Durstens	vor der Zeit des Durstens	während der Zeit des Durstens	nach der Zeit des Durstens	vor der Zeit des Durstens	während der Zeit des Durstens	nach der Zeit des Durstens
1.	14 —5 —7	2,969	2,154	2,557	0,431	0,363	0,370	14,5	16,8	14,5
2.	14 —12 —6	3,148	2,769	3,271	0,492	0,440	0,491	15,6	15,9	15,0
3.	14 —5 —7	3,392	2,433	2,845	0,424	0,353	0,408	12,5	14,5	14,3
4.	14 —8 —11	2,229	1,733	1,373	0,378	0,332	0,234	17,0	19,2	17,0
5.	15 —13 —7	2,686	2,417	2,424	0,406	0,340	0,334	15,1	14,1	13,8
6.	13 —21 —10	2,389	2,149	2,011	0,330	0,332	0,348	13,8	15,4	17,3
7.	14 —21 —10	2,470	2,377	2,657	0,347	0,358	0,365	14,0	15,1	13,7
Durchschnittswerte		2,755	2,290	2,448	0,401	0,360	0,364	14,6	15,9	15,1

geführt. Während des Versuches wurde auch die Gestaltung des Gewichtes der Vögel kontrolliert.

Die Vögel wurden in einem Laboratorium nebst Zimmertemperatur gehalten, wo die Temperatur den natürlicheren Verhältnissen entsprechend eine kleinere tägliche Schwankung zeigte. Den Durchschnitt der täglich gemessenen Temperaturminima und -maxima zeigt, auf die Dauer der mit den einzelnen Vögeln vorgenommenen Versuche bezogen, Tab. 1. Ebenda teilen wir den minimalen und maximalen Wert des relativen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft mit. Nach El-Wailly (1966) erreichen die Zebrafinken den Wirkungsgrad des Nahrungsverbrauches bei 24,4 °C. Dies ist vermutlich für Zebrafinken die optimale Temperatur. Die Temperatur während der Versuche zeigte von diesem Werte keine größere Abweichung. Die Vögel wurden täglich 12—13 Stunden lang im Licht gehalten bzw. beleuchtet.

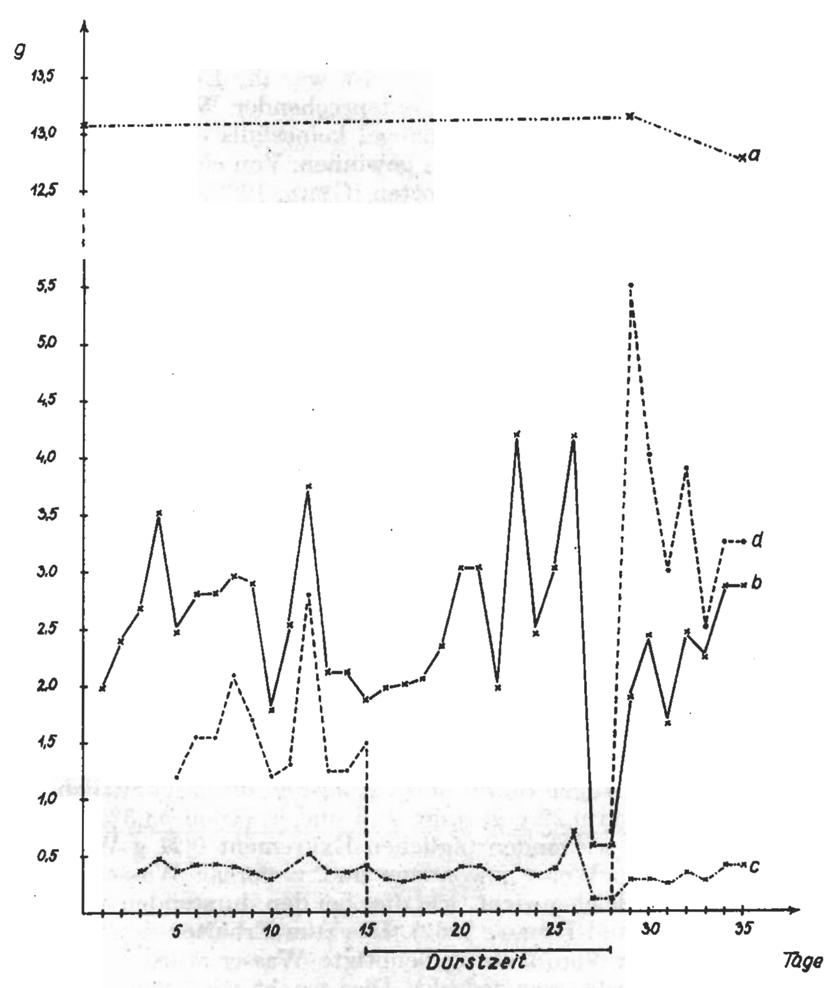


Abb. 1. Vogel Nr. 5: *a:* Lebendgewicht des Vogels; *b:* Abs. Trockengewicht der täglich aufgenommenen Nahrung (Hirse); *c:* Abs. Trockengewicht des täglich produzierten Exkrements + Harns; *d:* Gewicht des täglich getrunkenen Wassers

Untersuchungsergebnisse

Die Menge des täglichen Nahrungsverbrauches der einzelnen Vögel und die der produzierten Exkremente + ausgeschiedenen Stoffe werden auf Tab. 2 veranschaulicht. Bei der Errechnung der Durchschnittswerte haben wir sowohl die sich auf den ersten Tag der Tränkungsperiode sowie auch den der Durstperiode beziehenden Daten außer acht gelassen, um den störenden Einfluß der Umstellung auf die von den vorherigen abweichenden Verhältnisse auszuschalten. Da in der untersuchten Hinsicht die Versuchsvögel keinen wesentlichen Unterschied aufgewiesen haben, werden die gewonnenen Meßergebnisse in täglicher Detaillierung nur bei zwei Vögeln (5. und 7. Vogel) angeführt (Abb. 1 und 2).

Aufgrund der angegebenen Daten ist festzustellen, daß die Zebrafinken beim Dursten im allgemeinen etwas weniger Nahrung zu sich genommen haben, als in dem Falle, wo ihnen freies Wasser zur Verfügung gestellt wurde. Dazu muss beigefügt werden, daß auch die Bewegungsaktivität der durstenden Vögel sichtbar abgenommen hat. Auf diese Weise war ihr Energiebedarf zweifellos kleiner, wodurch die Erscheinung in entsprechender Weise erklärt wird. Die Vögel verzehren jedoch bei Wassermangel keinesfalls mehr Nahrhungen, um den Überschuß oxydierend Wasser zu gewinnen. Von einem Mechanismus, wie im Falle der oben erwähnten Mehlmotten (Gere, 1962) kann es also nicht gesprochen werden.

Unterziehen wir die Gewichtsproportion der aufgenommenen Nahrung und des produzierten Exkrementes + ausgeschiedenen Stoffes einer Untersuchung (Tab. 2), so erhellt daraus, daß sich dies beim Durstenlassen fast in jedem Falle zugunsten des letzteren verschoben hat. Obwohl der Unterschied in der Proportion nicht bedeutend ist, ist er dennoch beachtenswert. Nehmen wir dazu noch in Betracht, daß die Trockensubstanz des Exkrementes der getränkten und der durstenden Vögel sowohl dem Bestande wie auch der Farbe nach (das Homogenisatum der letzteren war mehr von gelber Tönung) voneinander in entschiedener Weise abweichen, müssen wir annehmen, daß sich die Verdauung und der Stoffwechsel der Vögel in Ermangelung des freien Wassers verändert und vermutlich vom Gesichtspunkt des Wasserhaushaltes eine günstige Form annimmt.

Der Wassergehalt der entleerten Substanzen schwankte auch beim Tränken und Durstenlassen zwischen weiten Grenzen (Tab. 3). Im letzteren Falle verlor jedoch das Tier im allgemeinen viel weniger Wasser. Der durchschnittliche Wassergehalt war im Exkrement auf sämtliche Messungen gegründet beim Tränken 87,1%, beim Durstenlassen 58,3%.

In Kenntnis des durchschnittlichen Wassergehaltes der Hirse (9,7%) und des täglichen Nahrungsverbrauches (2,29 g) beim Durstenlassen können wir feststellen, daß die Vögel durch ihre Nahrung durchschnittlich zu einem Adsorptionswasser von 0,22 g gelangt sind und in ihrem 58,3% Wassergehalt aufweisenden, 0,36 g wiegenden täglichen Exkrement 0,21 g Wasser verloren haben. Das auf diese Weise gewonnene und verlorene Wasser steht also in einem ebensolchen Gleichgewicht, wie dies bei den durstenden Wellensittichen der Fall war (Cade und Dybas, 1962). Das zum Erhalten der Lebensprozesse bzw. zum Ersatz der Verdunstung benötigte Wasser wurde auf diese Weise durch das Stoffwechselwasser gedeckt. Dies macht wiederum wahrscheinlich, daß die Vögel unter den zur Rede stehenden Umständen einen solchen — von den normalen Umständen abweichenden — Verdauungs- sowie Stoffwechsel-

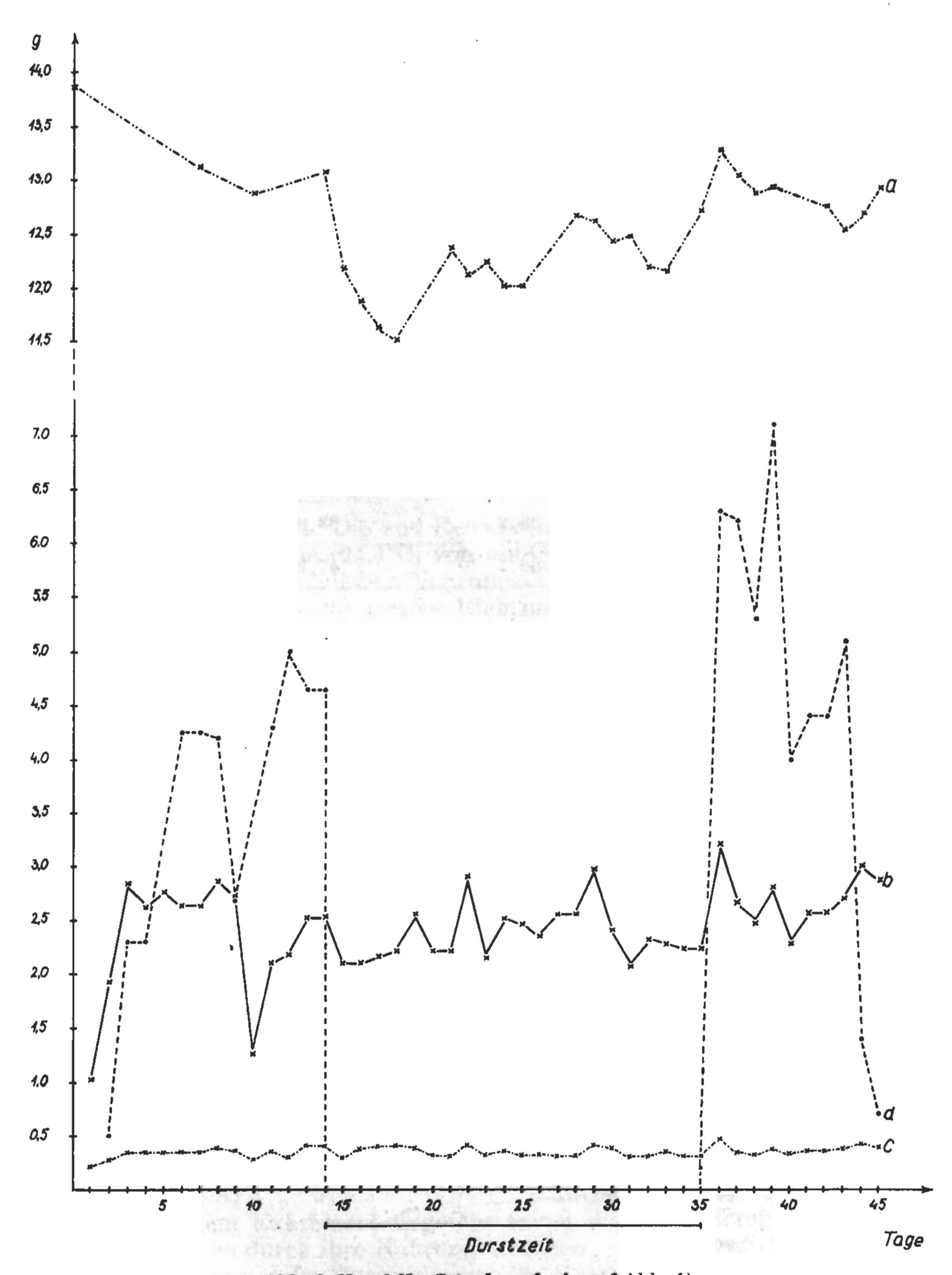


Abb. 2. Vogel Nr. 7 (*a*, *b*, *c*, *d* wie auf Abb. 1)

vorgang haben mußten, der die Erzeugung des aus der Nahrung auf chemischem Wege gewinnbaren Wassers in möglichst maximaler Menge gesichert hat.

Das Gewicht der Vögel verminderte sich nur in dem Maße, daß die Verminderung dem Wasserverlust ihres Organismus entsprach. Diesen Mangel haben sie jedoch bei dem ersten Wassertrinken ersetzt. Das Gewicht des 5. Vogels war

Tabelle 3. Die Extremwerte des Wassergehaltes des Exkrementes + der ausgeschiedenen Stoffe (%)

Nr. des Vogels	Getränkt	Beim Durstenlassen
1.	76,6—95,9	42,8—69,1
2.	89,9—96,9	44,4—65,7
3.	86,8—98,7	41,2—67,0
4.	67,4—96,9	48,5—67,8
5.	59,4—99,2	33,9—69,5
6.	72,3—98,5	47,3—73,0
7.	66,7—91,9	47,4—76,4

nach dem Durstenlassen folgenden Wassertrinken gerade so viel, wie zum Beginn des Versuches (Abb. 1). Das Gewicht des 6. und 7. Vogels hat nach dem Trinken ihr vor dem Durstenlassen festgestelltes Gewicht sogar übertroffen (Abb. 3 und 2). Dies beweist, daß die Zebrafinken während des Durstens — zumindest zeitweilig — ihren Stoffwechsel in Gleichgewicht halten können. Sie oxydieren zwecks Wassergewinnung keine Fettreserven. Es muß jedoch betont werden, daß sie sich ohne Wasseraufnahme nicht entwickeln oder vermehren können (Oksche et al., 1963).

Die Menge des Wasserverbrauches von drei Zebrafinken wird in Tab. 4 bekanntgegeben. Diese Vögel verbrauchten — nebst ziemlich großer individueller Schwankung — annähernd so viel Wasser (durchschnittlich 22,2 Körperge-

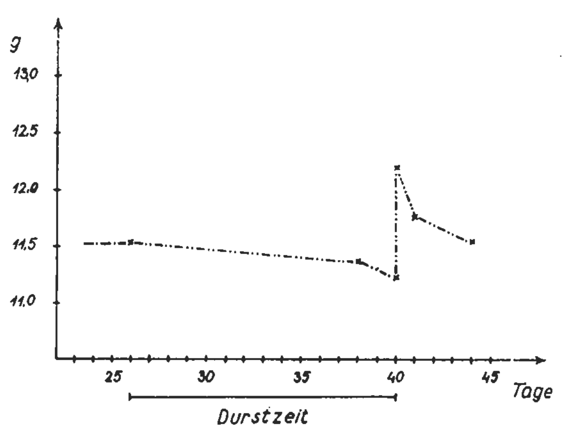


Abb. 3. Vogel Nr. 6: Gestaltung des Lebendgewichts des Vogels

wichtsprozent) wie die Versuchsvögel von Cade, Tobin und Gold (1965). Sie stellten bei 24—29°C und 20—40%iger relativer Luftfeuchte einen Wasserverbrauch von 24 Körpergewichtsprozent fest. Dem Anscheine nach zeigt der Wasserverbrauch innerhalb der von mir (siehe Tab. 1) sowie der von den erwähnten Autoren angewandten Temperatur- und Luftfeuchtengrenzen keinen

Tabelle 4. Die quantitativen Verhältnisse des Wasserverbrauches der Vögel

Nr. des Vogels	Extremwerte des täglichen Wasserverbrauches (ml)	Durchschnittswerte des täglichen Wasserverbrauches (ml)	Durchschnittswerte des täglichen Wasserverbrauches im Prozentsatz des Gewichtes des Vogels
1.	1,4—3,6	2,0	17,5
5.	1,2—6,2	2,5	19,1
7.	0,5—7,1	3,9	30,0

wesentlichen Unterschied. Die zur Rede stehenden Temperaturwerte nähern das vermutliche Optimum (24,4°C) von unten und oben an. Übrigens besteht zwischen der Menge des täglichen Nahrungs- und Wasserverbrauches meist ein gewisser Zusammenhang von gerader Richtung. Dies kann im Falle des 5. Vogels gut beobachtet werden (Abb. 1).

Zusammenfassung

Es wurden die quantitativen Verhältnisse des Nährungsverbrauches sowie des Exkrementes und der ausgeschiedenen Stoffe der Zebrafinken im Falle des Tränkens und des Durstenlassens untersucht. Die Nahrung der Vögel war während der Versuche lufttrockene Weißhirse. Es wurde festgestellt, daß die Vögel bei einer in Tab. 1 mitgeteilten Lufttemperatur und Luftfeuchte täglich, wenn sie in der ihrem Anspruch entsprechenden Menge (17,5—30,0 Körpergewichtsprozent) Wasser trinken konnten, durchschnittlich 2,45—2,76 g Hirse konsumiert haben. Wurde ihnen jedoch das Wasser enthalten, betrug der Tagesdurchschnitt nur 2,29 g. In diesem Falle hat sich die Bewegungsaktivität der Vögel in auffallender Weise vermindert. Beim Tränken machte die Gesamtgewichtsproportion (in Trockengewicht) ihres Exkrementes und ihrer ausgeschiedenen Stoffe im Vergleich zu der aufgenommenen Nährung 14,6—15,1%. Beim Durstenlassen stieg diese Proportion auf 15,9% an. Dies spricht dafür, daß sich beim Durstenlassen die Verdauung und der Stoffwechsel der Vögel, voraussetzlich in einer Weise verändert, daß mehr Stoffwechselwasser entsteht. Der Wassergehalt ihres Exkrementes beträgt — wenn sie Wasser trinken konnten — durchschnittlich 87,1%, wenn sie dursteten hingegen 58,3%. Beim Dursten haben sie in ihrem Exkrement ungefähr soviel Wasser verloren, wieviel Adsorptionswasser sie durch ihre Nahrung erhielten. Das Gewicht der Vögel verminderte sich während des Durstenlassens (2—3 Wochen) höchstens in solchem Maße, was dem Wasserverlust ihres Organismus entsprach. Dieses haben sie jedoch beim ersten Trinken ersetzt. Die Zebrafinken sind demnach — zumindest zeitweilig — imstande beim Dursten ihren Stoffwechsel in Gleichgewicht zu halten.

SUMMARY

Quantitative Investigations of the Water Regime and Metabolism of the Zebra Finch (Taeniopygia guttata Vieill.)

The quantitative conditions of ingested food, excrement and secreted substances of the zebra finch were investigated when drinking water was offered or withdrawn. Food consisted of air dry white millet during the experiments. It was established that the birds ingested, at the atmospheric temperature and humidity conditions given in Table I, a daily average of 2.45–2.76 g millet when the required amount of water (17.5–30.0 g per cent of body weight) was available. If water was withdrawn, the daily average of ingested food was only 2.29 g; at such times the movement activity of the birds conspicuously decreased. When water was available, the combined weight proportions of their excrement and secreted substances (in dry weight) were 14.6–15.1% as related to the ingested food. This rate increased to 15.9% if water was withdrawn. The results imply that, when water is withdrawn, the digestion and metabolism of the birds change in a way to produce more metabolic water. The water content of their excrement averaged 87.1% if water was available, and 58.3% if they went thirsty. When water was not available, they lost about as much water as derived from the food (adsorption water). The weight of the birds during the absence of drinking water (2–3 weeks) decreased no more than what corresponded to the water decrease of their organism. This was replaced on the occasion of the first possibility of available drinking water. The zebra finch can therefore, even if temporarily, keep its metabolism in equilibrium when drinking water is not available.

SCHRIFTTUM

1. Bentley, P. J. (1971): *Endocrines and Osmoregulation.* — Berlin–Heidelberg–New York: 1–300.
2. Cade, T. J. & Dybas, J. A., Jr. (1962): *Water economy of the budgerygah.* — Auk, 79: 345–364.
3. Cade, T. J., Tobin, C. A. & Gold, A. (1965): *Water economy and metabolism of two Estrildine finches.* — Physiol. Zoöl., 38: 9–33.
4. Calder, W. A. (1964): *Gaseous metabolism and water relations of the zebra finch, Taeniopygia castanotis.* — Physiol. Zoöl., 37: 400–413.
5. El-Wailly, A. J. (1966): *Energy requirements for egg-laying and incubation in the zebra finch, Taeniopygia castanotis.* — The Condor, 68: 582–594.
6. Gere, G. (1952): *Vizsgálatok a lisztmoly (Ephestia kühniella Z.) táplálkozásbiológiájáról. (Investigations regarding the nutritive biology of the Fluor Moth, Ephestia kühniella Z.)* — Ann. Biol. Univ. Hung., 1: 51—64.
7. Immelmann, K. (1962): *Beiträge zu einer vergleichenden Biologie australischer Prachtfinken (Spermestidae).* — Zool. Jb. Syst., 90: 1—196.
8. Immelmann, K. (1969): *Der Zebrafink.* — Die neue Brehm-Bücherei, Wittenberg—Lutherstadt: 1—103.
9. Immelmann, K., Steinbacher, J. & Wolters, H. E. (1965): *Prachtfinken.* 2. Auflage II. Band. — In: Vögel in Käfig und Voliere, Aachen.
10. Oksche, A., Farner, D. S., Serventy, D. L., Wolff, F. & Nicholls, C. A. (1963): *The hypothalamo-hypophysial neurosecretory system of the zebra finch, Taeniopygia castanotis.* — Zeitschrift für Zellforschung, 58: 846–914.
11. Schmidt-Nielsen, B. & Schnidt-Nielsen, K. (1950): *Do kangaroo rats thrive when drinking sea water?* — Amer. J. Physiol., 160: 291–294.
12. Schmidt-Nielsen, K. (1959): *The physiology of the camel.* — Scientific American, 201: 140–151.
13. Serventy, D. L. & Whittell, H. M. (1962): *Birds of western Australia.* — Perth.